

УДК 167.2

## **ФИЛОСОФСКИЕ АСПЕКТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

**И.В. Кольцов, О.Ю. Морозова**

ФКУ НИИИТ ФСИН России, г. Тверь

DOI: 10.26456/vtphilos/2021.2.041

С философской точки зрения рассматриваются различные аспекты применения математического моделирования и вычислительного эксперимента. Анализируя взаимосвязь вычислительного эксперимента и моделирования, авторы поднимают вопросы их разумного сочетания для познания процессов, происходящих в реальной жизни.

**Ключевые слова:** моделирование, эксперимент, программа, познание, система, исследование, производство.

Философская мысль никогда не стояла на месте, благодаря философам и ученым в течение всей истории человечества многие науки развились в последующем в прикладные дисциплины, такие как химия, физика, астрономия и другие.

Ученые старались обосновать происходящее вокруг при помощи аналогий, проведения экспериментов или построении моделей реально происходящих явлений и процессов. Например, механические модели движения планет, модели летательных аппаратов Леонардо да Винчи, химические опыты алхимиков древности [1; 2].

Моделирование как инструмент познания индивидом окружающего мира ставит целый ряд серьезных философских вопросов, главный из которых – познание человеком мира вокруг себя в целом и себя самого в частности. Именно по этой причине еще во времена античной Греции математическое моделирование привлекло внимание адептов двух лидирующих в те времена концепций – платонизма и эмпиризма.

Обе доктрины одинаково нравились философам с точки зрения восприятия математики как науки, однако ни одна из них не давала наиболее полного ее понимания. Идеи эмпиризма привлекали математиков тем, что он рассматривал их род деятельности как часть общей Науки, имеющей дело не с абстракциями, а с реальными естественными процессами. Платонизм же удовлетворял математиков тем, что результаты их деятельности с использованием формул и аксиом полностью соответствовали основам этой системы.

Однако своеобразный конформизм математиков привел к накоплению огромного множества проблем и парадоксов, которые прежние концепции были объяснить не в состоянии. Точкой невозврата в философском восприятии математической науки стало XX столетие – наступил «кризис основания».

© Кольцов И.В.,  
Морозова О.Ю., 2021

Под влиянием работ Бертрانا Рассела и других выдающихся математиков и философов сформировались три новые концепции восприятия науки: интуиционизм, формализм и логицизм. Первый подход стал прибежищем для тех, кто превозносил интуицию в процессе работы с числами на вершину топологии. Интуиционисты видели в математике самодостаточную дисциплину, которую следует оптимизировать, убрав громоздкие, неудобные и малоэффективные абстракции. Логицисты в этой парадигме выступали полной им противоположностью: они считали, что математика нужна только тогда, когда результаты ее использования отражают реально существующее положение дел, став таким образом продолжением идей эмпиризма. Однако в этом случае вставал вопрос об объективности наблюдения. Формализм же в этой системе координат стал результатом аксиоматизации, накопления значительного количества наблюдений и выводов, не требующих доказательства и обоснования. Адепты этого течения следовали двум основным требованиям:

аксиоматизация основных математических дисциплин;

доказательство непротиворечивости аксиоматических теорий в рамках метаматематики.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о двух главных философских проблемах, которые стоят перед математическим моделированием в частности и математикой как наукой в целом:

1. Интеллектуальное созерцание или чистое чувственное восприятие?

2. Истоки интеллектуального созерцания: является ли математика настолько самодостаточной дисциплиной, чтобы не искать источников подтверждения в других областях знания и подвергать все проверке на прочность эмпирикой?

Далее для рассмотрения философских аспектов математического моделирования необходимо первоначально определить, что такое модель. Определение можно сформулировать так: модель – это, как правило, более простая версия какого-либо объекта. Модели могут быть разными, но определенное подобие оригинальному объекту должно присутствовать всегда, а уровень детализации может быть различным.

В процессе формирования модели для начала необходимо определить базовый объект. Впоследствии рассматриваемый объект заменяется другим, более упрощенным, однако обладающим сходствами по ключевым вопросам, в рамках которых проводится анализ. Благодаря модели можно структурировать информацию о рассматриваемом объекте и выявить наиболее важные характеристики.

Однако необходимо помнить, что модель никогда не будет полностью тождественна изучаемому объекту. Поэтому модель должна использоваться ограниченно, лишь в рамках тех характеристик, которые изначально определены как подобные.

Модели используются для разных целей. Перечислим некоторые из них.

- объяснение сути объекта;
- прогнозирование;
- принятие решение на основе существующих условий.

В свою очередь, математическая модель представляет собой совокупность математических объектов и отношений, которые отображают объекты и отношения, существующие в некоторой области реального мира (предметной области).

Моделирование – представление объекта моделью для получения информации об этом объекте путем проведения экспериментов с его моделью.

В том числе рядом аспектов в деятельности исследователя являются проблемы выбора технологии проведения моделирования и соответственно вычислительного эксперимента, а также интерпретации результатов в дальнейшем [3].

В ряде случаев после проведения эксперимента на выходе может получиться набор каких-либо данных, которые сложно интерпретируются, особенно если нет четко выраженной линии, которую возможно принять за основу. Сложность, которая предстает перед исследователем, выражается в том, правильно ли он выбрал технологию моделирования и построил соответствующую модель, насколько результаты соответствуют ожиданиям и так далее.

Нередко такое может возникнуть при моделировании сложных процессов или при сравнении различных теорий и взглядов на те или иные процессы, так как в ряде экспериментов данные могут настолько разниться, что сложно выбрать в итоге, какие из них правильные.

В данных аспектах и встает перед исследователем философский вопрос выбора интерпретации результатов. И от выбора зависит дальнейшее направление исследовательской работы.

Проведение экспериментов посредством ЭВМ с моделями в отличие от натурных экспериментов при помощи современных вычислительных методов и технических решений позволяет детально изучать объекты в необходимом объеме, что невозможно при использовании одного только теоретического подхода.

В связи с этим в настоящее время широкое распространение получила методология математического моделирования, начиная с анализа сложнейших социальных и экономических процессов и заканчивая проектированием технических систем и управлением ими.

Математическое моделирование используется во всех типах систем, изучаемых современной наукой. Их далеко не всегда получается исследовать теоретическими методами в требуемом объеме. В случаях, когда непосредственное проведение эксперимента нецелесообразно или невозможно, применение вычислительного эксперимента дает возможность провести моделирование различных процессов на виртуальном объекте.

Математическое моделирование тесно связано с вычислительным экспериментом, суть которого состоит в эксперименте над математической моделью объекта. Он состоит в том, что по одним параметрам модели вычисляются другие ее параметры, и это дает возможность судить о свойствах явления, описываемого моделью. При исследовании новых гипотез вычислительный эксперимент служит для тех же целей, что и обыкновенный эксперимент.

При исследовании сложных и опасных процессов, таких как жизнь и здоровье человека, космические явления, сложные химические и физические процессы, он просто незаменим, так как позволяет безопасно проводить исследования на основе созданных моделей и программных средств.

Манипуляции не непосредственно с самими объектами, процессами и явлениями, а с их аналогами (моделями), позволяет в короткие сроки, безопасно и без существенных затрат проводить исследования свойств и работу в различных ситуациях.

Тем самым вычислительный эксперимент с использованием адекватных моделей дает возможность всестороннего изучения объектов в достаточной полноте, которую невозможно (или крайне сложно) получить в ходе теоретического изучения [3].

Как было сказано ранее, важным аспектом проведения вычислительного эксперимента является интерпретация результатов, так как часто ожидание не всегда совпадает с реальным положением дел и примененные допущения и упрощения могут свести на нет ценность полученных результатов.

К примеру, в результате теоретических математических расчетов зависимости одних параметров процесса от других могут иметь прямую зависимость, а экспериментальные данные могут показать обратное, и задачей исследователя в данном случае будет правильная их интерпретация и, соответственно, поиск ошибки в расчетах или эксперименте либо изменение различных допущений для достижения целей исследования соответствующих процессов.

В качестве примера успешного практического применения математического моделирования и вычислительного эксперимента рассмотрим моделирование производства химических волокон [4–7].

Необходимо отметить, что такие изделия текстильной промышленности, как, ткани, одежда, постельное белье, производятся не только из натуральных материалов, но и часто комбинированным способом или вообще полностью из синтетических материалов (химические волокна (нити) полиэстерные, полиэфирные, полиамидные и другие) [8; 9].

Производство химических волокон часто называют термином формование (рис. 1).

Формование химических волокон – комплекс процессов, протекающих при образовании элементарных нитей из тонких струек распла-

ва или раствора полимера, вытекающих из отверстий фильеры, и процессов структурообразования в отвержденном волокне. Формование является одной из ответственных стадий технологического процесса и оказывает решающее влияние на структуру и свойства получаемого волокна.

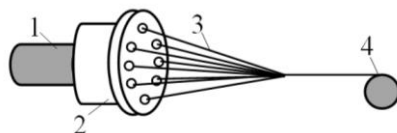


Рис. 1. Схема процесса формования волокон (1 – прядильный раствор; 2 – фильера; 3 – готовые нити; 4 – приемное устройство)

Существует несколько технологий получения химических волокон формованием, имеющих свои преимущества и недостатки, а именно:

- формование из расплава полимера;
- мокрое формование из раствора полимера;
- сухое формование из раствора полимера;
- сухо-мокрое формование из раствора полимера;
- формование из дисперсии полимера;
- гель-формование.

Способом формования из расплава полимера получают полиолефиновые, полиэфирные, полиамидные и другие волокна, сухим способом из раствора полимера формуют ацетатные и полиакрилонитрильные волокна, мокрым способом – вискозные, полиакрилонитрильные, поливинилхлоридные и другие, сухо-мокрым – термостойкие волокна на основе ароматических полиамидов и полиэфиров.

Основная задача отрасли производства химических волокон и, соответственно, моделирования – создание волокон с заданными свойствами. [4–7]. Для исследования существующих и разработки новых технологий применяется моделирование. Оно позволяет определять количественные зависимости между условиями процессов получения материала, структурой его волокон и свойствами. Свойства волокон в основном обусловлены их структурой. Моделирование позволяет определять технологические режимы, минимизируя дорогостоящие опытные работы.

Стадия предпроектных исследований и расчетов в свою очередь является определяющей при разработке современных технологических процессов формования химических волокон. Эти исследования основаны на взаимосвязанном рассмотрении комплекса одновременно действующих сложных физико-химических явлений при элонгационном течении тонких неизотермических струй расплавов и растворов полимеров.

Реализовать и использовать математические модели технологических процессов формирования химических волокон возможно только в программной системе. Это обусловлено следующим: во-первых, процессы формирования описываются нелинейными уравнениями с подвижной границей, что требует их исключительно численного решения [4; 7]; во-вторых, решение ряда отдельных повторяющихся вычислительных задач при моделировании в форме унифицированных программных модулей обусловило их объединение в систему; в-третьих, необходимо использовать базы данных для структурирования данных различных видов формирования, используемых элементов схем технологического процесса, свойств полимеров растворов и расплавов и других исходных данных.

Необходимо отметить, что математическое моделирование и вычислительный эксперимент как методы познания применяются исследователями не только в подробно рассмотренной отрасли производства химических волокон, но и в других не менее важных отраслях промышленности, науки, строительства и искусства.

Математическое моделирование и вычислительный эксперимент как один из способов философского познания, применяемый в различных отраслях, не может полностью заменить натурный, настоящее и будущее – за их разумным сочетанием.

### **Список литературы**

1. Изобретения Леонардо да Винчи. [Электронный ресурс]. URL: <http://kakizobreli.ru/izobreteniya-leonardo-da-vinchi/> (дата обращения 25.06.2021).
2. Милушкина Е.А., Бабанов С.А. Макетирование от древности до наших дней. eLIBRARY ID: 41237552.
3. Вычислительный эксперимент. [Электронный ресурс]. URL: <http://knowledge.su/v/vychislitelnyy-eksperiment> (дата обращения: 25.06.2021).
4. Калабин А.Л. Элонгационное течение струй растворов и расплавов полимеров: монография. Тверь: ТвГТУ, 2011. 144 с.
5. Калабин А.Л., Керницкий А.В., Пакшвер Э.А. Программная система предпроектных исследований технологических процессов формирования химических волокон // Программные продукты и системы. 2008. № 1. С. 16–19.
6. Калабин А.Л., Удалов Е.В., Хабаров А.Р. Программная система исследований динамики технологических процессов формирования химических волокон Программные продукты и системы // Software & Systems .2015. № 1 (109). С. 139–144.
7. Зябицкий А. Теоретические основы формирования волокна. М.: Химия, 1979. 504 с.
8. Использование химических волокон в химической промышленности. [Электронный ресурс]. URL: <http://intraros->

fibers.com/stati/ispolzovanie-khimicheskikh-volokon-v-tekstilnoy-promyshlennosti/ (дата обращения: 25.06.2021).

9. Применение -- химическое волокно // Большая энциклопедия нефти и газа. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ngpedia.ru/id316962p1.html> (дата обращения: 25.06.2021).

## **PHILOSOPHICAL ASPECTS OF MATHEMATICAL MODELING AND COMPUTATIONAL EXPERIMENT**

**I.V. Kolcov, O.Y. Morozova**

The Rlit of the FPS of Russia, Tver

The article discusses the philosophical aspects of the application of mathematical modeling and computational experiment. Analyzing the relationship between computational experiment and modeling, the authors raise questions of their reasonable combination for the knowledge of real processes occurring on the planet.

**Keywords:** *modeling, experiment, program, cognition, system, research, production.*

*Об авторах:*

КОЛЬЦОВ Игорь Викорович – ФКУ НИИИТ ФСИН России, начальник отдела организации межведомственного информационного взаимодействия, аспирант ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», г.Тверь. SPIN-код: 6233-1325, e-mail: seffseff@rambler.ru

МОРОЗОВА Ольга Юрьевна – ФКУ НИИИТ ФСИН России, старший научный сотрудник отдела внедрения ЦРИТ, аспирант ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», г.Тверь. SPIN-код: 1369-0735, e-mail: moroz-75@mail.ru.

*Authors information:*

KOLCOV Igor Victorovich – Head of Department of Research Institute of information technologies of the Federal penitentiary service, Tver; PhD Student of Tver State Technical University, Tver. E-mail: seffseff@rambler.ru

MOROZOVA Olga Yuryevna – chief specialist of the Department of implementation of Research institute of information technologies of Federal penitentiary service, PhD student of Tver State Technical University, Tver. E-mail: moroz-75@mail.ru